

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. September 2001 (13.09.2001)

PCT

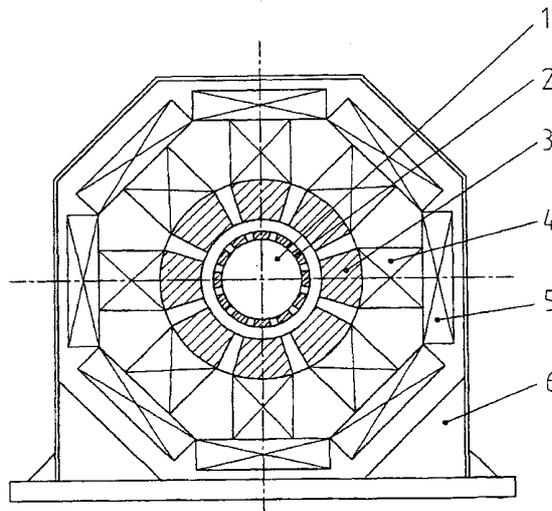
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/67581 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H02K 11/00** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **HOWALDTSWERKE-DEUTSCHE WERFT AG** [DE/DE]; Werftstrasse 112/114, 24143 Kiel (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00243
- (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Januar 2001 (20.01.2001) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RITTERHOFF, Jürgen** [DE/DE]; Aublick 6, 23611 Bad Schwartau (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: **KÖCKERITZ, Günter**; An der Bismarckschule 2, 30173 Hannover (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): CA, JP, NO, US.
- (30) Angaben zur Priorität: 100 11 591.8 9. März 2000 (09.03.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TORQUE MOTOR

(54) Bezeichnung: DREHMOTOR



(57) **Abstract:** The invention relates to a torque motor, especially a fuel cell torque motor, which converts the chemically stored energy of liquid or gaseous fuels, directly inside the torque motor while avoiding a separate installation of devices, into mechanical energy for driving at least one consumer. According to the invention, the torque motor is provided with fuel cells that serve as an internal energy source, whereby said fuel cells are arranged in the stator around the rotational axis of the motor in an annular manner. The torque motor is comprised of a rotor (1) and stator (6) with permanent magnets (2) arranged on said rotor (1) and with armature windings located in the stator. Said armature windings are supplied with current from a commutator (3) having electronic power components, whereby fuel cell modules (4) and fuel cell supply and control elements (5) are integrated in the commutator in a structurally modular-like manner. The permanent magnets (2) are arranged with a drum-like or disk-like design on the rotational axis of the fuel cell torque motor, whereby eliminating an external excitation of the electric torque motor in the rotor (1).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Drehmotor, insbesondere einen Brennstoffzellen-Drehmotor, der die chemisch gespeicherte Energie flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe direkt innerhalb des Drehmotors unter Umgehung separater Geräteaufstellung in mechanische Energie zum Antrieb mindestens eines Verbrauchers umwandelt. Der Drehmotor ist gemäß der vorliegenden Erfindung mit

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/67581 A1



**(84) Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

---

Brennstoffzellen als interner Energiequelle versehen, wobei diese im Stator ringförmig um die Drehachse des Motors angeordnet sind. Der Drehmotor besteht aus Rotor (1) und Stator (6) mit auf dem Rotor (1) angeordneten Permanentmagneten (2) und im Stator befindlichen Ankerwindungen, die von einem Kommutator (3) mit leistungselektronischen Bauteilen gespeist werden, wobei im Kommutator Brennstoffzellenmodule (4) und Brennstoffzellenversorgungs- und Steuerelemente (5) baulich modulhaft integriert sind. Auf der Drehachse des Brennstoffzellen-Drehmotors sind die Permanentmagnete (2) im Trommel- oder Scheibenbauart rotationssymmetrisch angeordnet, wobei eine externe Erregung des elektrischen Drehmotors im Rotor (1) entfällt.

## Beschreibung

### Drehmotor

Die Erfindung betrifft einen Drehmotor, insbesondere einen Brennstoffzellen-Drehmotor, der die chemisch gespeicherte Energie flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe direkt innerhalb des Drehmotors unter Umgehung separater Geräteaufstellung in mechanische Energie zum Antrieb mindestens eines Verbrauchers umwandelt.

Stand der Technik ist es, die aus chemisch gespeicherter Energie flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe in einer separat aufgestellten Brennstoffzellenanlage, bestehend aus:

- Brennstoffzelle-Stack,
- Versorgungsmodul aus  $H_2$ - und  $O_2$  - Gasspeicher,
- elektrischer Schalt- und Überwachungsanlage,
- DC/DC-Steller/DC/AC-Steller,

erzeugte elektrische Energie über eine elektrische Kabel- oder Schienenanlage einem hiervon getrennt aufgestellten konventionellen DC- oder Umrichter gesteuerten AC-Motor zuzuführen, der dann den Drehantrieb des Verbrauchers (Generator für Stromerzeugung, Propellerwelle für Schiffsantrieb oder Getriebe- oder Nabenwelle für den Achsantrieb von Fahrzeugen) besorgt (Fig.1).

Die chemisch in  $H_2/O_2$  gebundene Energie soll möglichst verlustfrei über Energiewandlung dem Verbraucher, der Arbeitsmaschine, zugeführt werden.

Brennstoffzellen wandeln direkt (ohne Verbrennungskraftmaschine/Generator) die chemisch gebundene Energie in elektrische Energie um. Permanentmagnet erregte Elektromotoren wandeln elektrische Energie bei hohem Wirkungsgrad in mechanische Rotationsenergie ohne Erregerverluste um.

Nachteil des Standes der Technik besteht in der aufwendigen leitungsgebundenen und verlustbehafteten Übertragung der in den Brennstoffzellen (Energiewandler 1: chemische Energie in elektrischen Strom) erzeugten Leistung (DC-Strom) über Leitungskabel, Schalt- und Sicherungsvorrichtungen an den konventionell getrennt aufgebauten E-Motor (Energiewandler 2: elektrische Energie in mechanische Energie).

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, die chemisch gebundene Energie direkt in mechanische Drehenergie umzuwandeln. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der Ansprüche 1 bis 6 gelöst, in denen eine Integration der beiden Energiewandler in einem kompakten Energiewandler vorgesehen ist.

Der Drehmotor ist danach mit Brennstoffzellen als interne Energiequelle versehen, wobei diese nach einem bevorzugten Merkmal der Erfindung im Stator ringförmig um die Drehachse des Motors angeordnet sind.

Nach einem besonderen Merkmal der Erfindung besteht der Motor aus Rotor und Stator mit auf dem Rotor angeordneten Permanentmagneten und im Stator befindlichen Ankerwindungen, die von einem Kommutator mit leistungselektronischen Bauteilen gespeist werden, wobei im Kommutator Brennstoffzellenmodule und Brennstoffzellenversorgungs- und Steuerelemente baulich modulhaft integriert sind.

Auf der Drehachse des Brennstoffzellen-Drehmotors sind die Permanentmagnete nach einem weiteren Merkmal in Trommel- oder Scheibenbauart rotationssymmetrisch angeordnet, wobei eine externe Erregung des elektrischen Drehmotors im Rotor entfällt.

Die Ankerstromerzeugung und Kommutierung erfolgen nach einem anderen Merkmal im Stator des Drehmotors, wobei diese direkt von den Brennstoffzellen-Modulen elektrisch gespeist werden, die jeweils modulhaft den Statorpaketen zugeordnet sind.

Die Steuerung und Regelung des Brennstoffzellenprozesses und die Elektromotor-Leistungs- und/oder Drehzahlregelung sind nach einem bevorzugten Merkmal der Erfindung räumlich im Stator des Drehmotors integriert.

Kompakte, permanent erregte Motoren führen auf dem rotierenden Teil nur die Permanentmagnete ohne eine externe Energiezuführung. Im Stator befinden sich die Ankerwindungen, die von modular aufgebauter Leistungselektronik bzgl. Ankerstromleistung, -taktung, -richtung gespeist werden. Diese Leistungselektronik-Module enthalten baulich integrierte Brennstoffzellen-Module, die ihre elektrische Ausgangsleistung in Form von Gleichstrom direkt in die Leistungselektronik-Module einspeisen. Der elektrische Gleichstrom wird dem ebenfalls ringförmig im inneren Kreis angeordneten und elektrisch gekoppelten Kommutator mit leistungselektronischen Bauteilen zugeführt. Durch Einfügen der Brennstoffzellen-Module in den internen Aufbau des Motors werden externe elektrische/magnetische Verluste vermieden und die Baugröße bzw. das Gewicht verkleinert. Der direkte Energiewandler ohne weitere verlustbehaftete Zwischenschritte begünstigt die Einführung vieler weiterer Brennstoffzellen-Anwendungen im mobilen Bereich von Fahrzeugen zu Lande, zu Wasser und in der Luft.

Die Figur 2 zeigt den Brennstoffzellen-Drehmotor in Schnittdarstellung.

Der Drehmotor besteht aus Rotor 1 und Stator 6 mit auf dem Rotor 1 angeordneten Permanentmagneten 2 und im Stator 6 befindlichen Ankerwindungen, die von einem Kommutator 3 mit leistungselektronischen Bauteilen gespeist werden, wobei im Kommutator 3 die Brennstoffzellenmodule 4 und Brennstoffzellenversorgungs- und Steuerelemente 5 baulich modulhaft integriert sind.

Auf der Drehachse des Brennstoffzellen-Drehmotors sind die Permanentmagnete 2 in Trommel- oder Scheibenbauart rotationssymmetrisch angeordnet. Eine externe Erregung des elektrischen Drehmotors im Rotor 1 entfällt.

Die Ankerstromerzeugung und Kommutierung erfolgen im Stator 6 des Drehmotors, wobei diese direkt von den Brennstoffzellen-Modulen 4 elektrisch gespeist werden, die jeweils modulhaft den Statorpaketen zugeordnet sind.

Die Steuerung und Regelung des Brennstoffzellenprozesses und die Elektromotor-Leistungs- und/oder Drehzahlregelung sind räumlich im Stator 6 integriert.

Die Brennstoffzellen-Elektronikmodule werden gespeist durch Zuführung von  $H_2$  als Brennstoff und  $O_2$  oder Luft als Oxidant und erzeugen die gerichtete und gelenkte Leistung für den Anker sowie Wasser als Produkt.

Die bei der direkten Brennstoffzellen-Energiewandlung erzeugten Verluste werden mit dem Produktwasser und evtl. durch Kühlwasser, das durch die Brennstoffzellen-Stacks fließt, abgeführt. Alle wasserführenden Teile sind allein im festen, nicht rotierenden Teil des Drehmotors angebracht.

**Liste der verwendeten Bezugszeichen:**

- 1 Rotor mit Permanentmagneten
- 2 Permanentmagnet auf dem Rotor
- 3 Kommutator mit leistungselektronischen Bauteilen
- 4 Brennstoffzellenmodul im Stator
- 5 Brennstoffzellen-Versorgungs-/Steuerelement je Brennstoffzellenmodul im Stator
- 6 Stator

## Patentansprüche

1. Drehmotor, dadurch gekennzeichnet, dass dieser Brennstoffzellen als interne Energiequelle aufweist.
2. Drehmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Stator ringförmig um die Drehachse des Motors Brennstoffzellen angeordnet sind.
3. Drehmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Motor aus Rotor (1) und Stator (6) mit auf dem Rotor angeordneten Permanentmagneten (2) und im Stator befindlichen Ankerwindungen besteht, die von einem Kommutator (3) mit leistungselektronischen Bauteilen gespeist werden, wobei im Kommutator (3) mit leistungselektronischen Bauteilen Brennstoffzellenmodule (4) und Brennstoffzellenversorgungs- und Steuerelemente (5) baulich modulhaft integriert sind.
4. Drehmotor nach einem der o. g. Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Drehachse des Motors die Permanentmagnete (2) in Trommel- oder Scheibenbauart rotationssymmetrisch angeordnet sind und eine externe Erregung des elektrischen Drehmotors im Rotor (1) entfällt.
5. Drehmotor nach einem der o. g. Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankerstromerzeugung und Kommutierung im Stator (6) des Drehmotors erfolgen, wobei diese direkt von den Brennstoffzellen-Modulen (4) elektrisch gespeist werden, die jeweils modulhaft den Statorpaketen zugeordnet sind.
6. Drehmotor nach einem der o. g. Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung und Regelung des Brennstoffzellenprozesses und die Elektromotor-Leistungs- und/oder Drehzahlregelung räumlich im Stator (6) integriert sind.

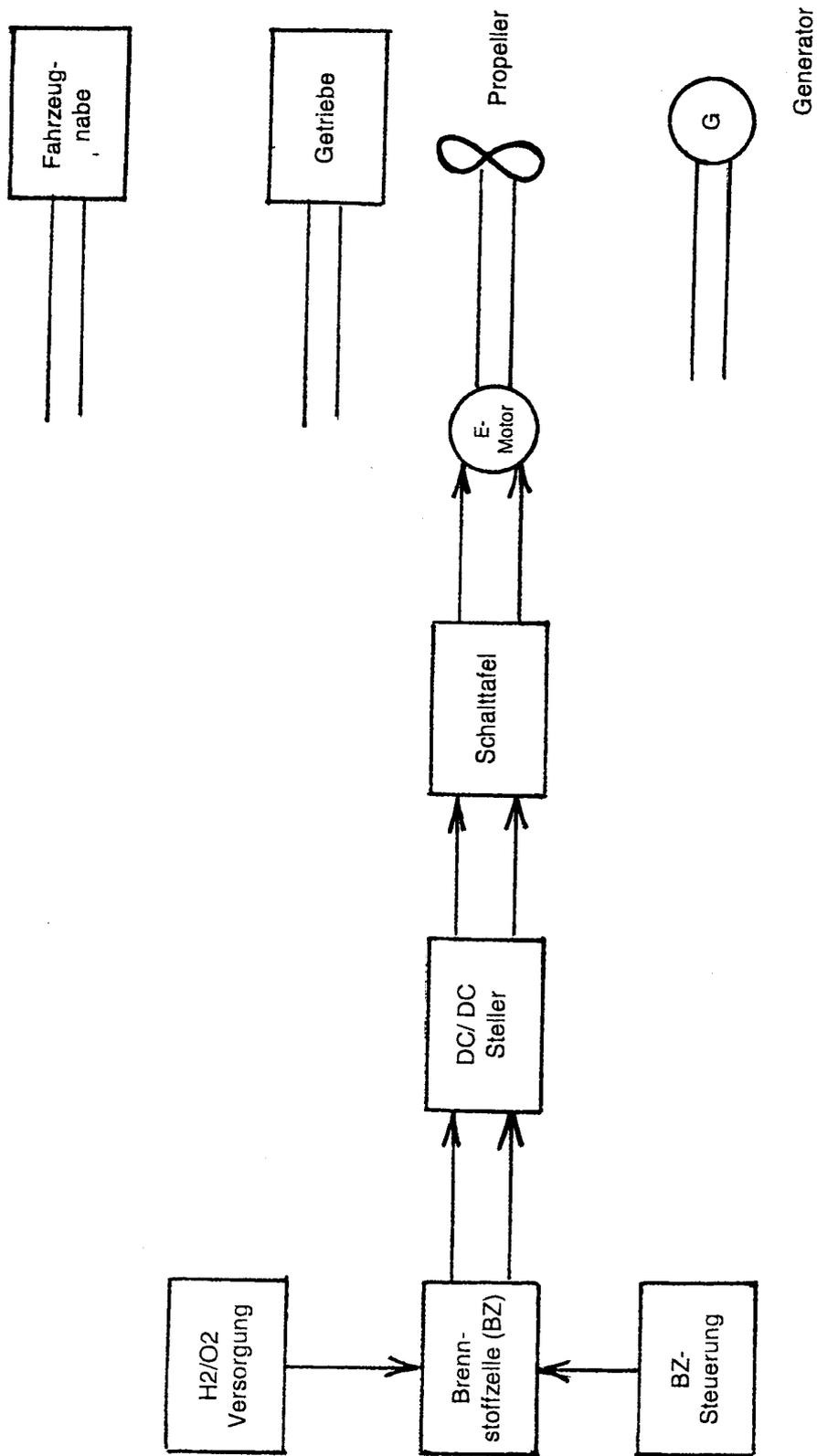
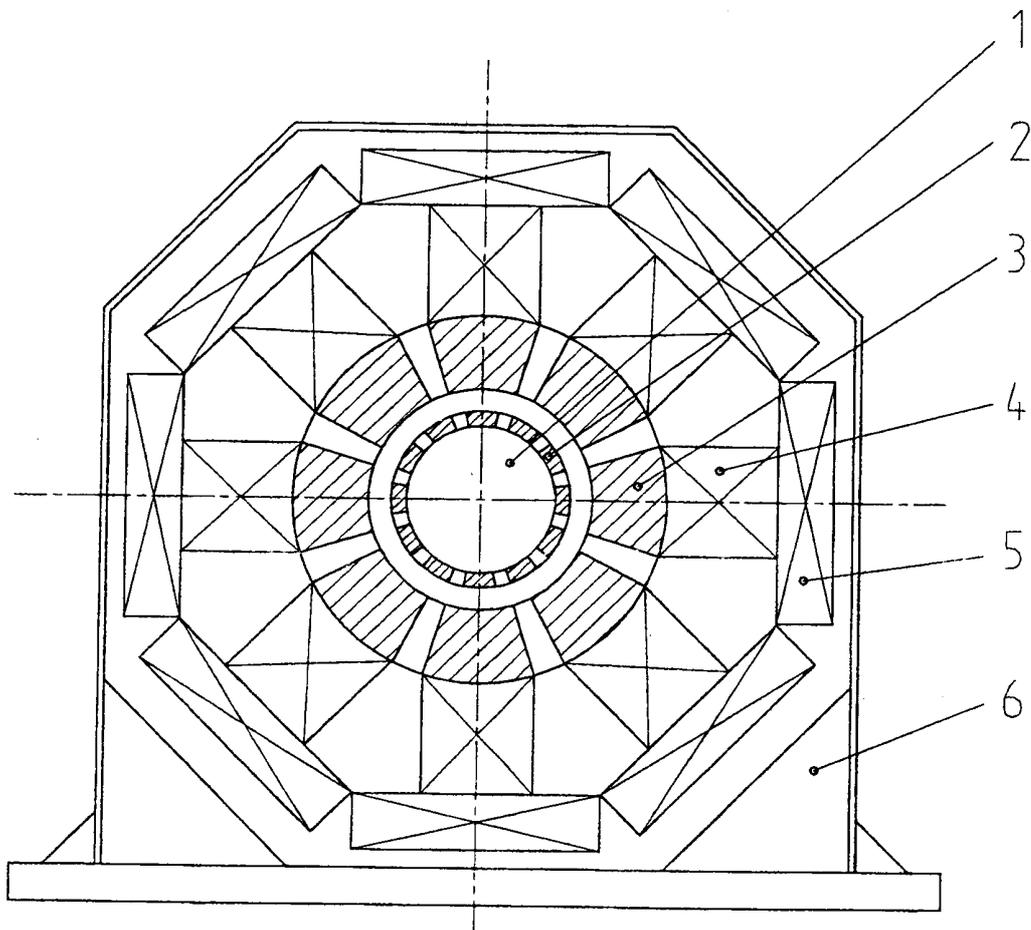


Fig. 1



*Fig. 2*

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No

PCT/DE 01/00243

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H02K11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 678 647 A (WOLFE WILLIAM R ET AL) 21 October 1997 (1997-10-21) column 5, line 6 - line 20; figure 3 ---	1
A	US 5 741 605 A (DEDERER JEFFREY T ET AL) 21 April 1998 (1998-04-21) Abstract ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 01, 31 January 2000 (2000-01-31) & JP 11 283654 A (YAMAGUCHI TAKASHI), 15 October 1999 (1999-10-15) abstract -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 June 2001

Date of mailing of the international search report

02/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zoukas, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/00243

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5678647    A	21-10-1997	AU 3329995 A	27-03-1996
		CA 2196669 A	14-03-1996
		EP 0779866 A	25-06-1997
		JP 10505738 T	02-06-1998
		WO 9607560 A	14-03-1996
US 5741605    A	21-04-1998	AU 718146 B	06-04-2000
		AU 2069297 A	22-09-1997
		CZ 9803802 A	12-05-1999
		EP 0914687 A	12-05-1999
		HU 9903954 A	28-03-2000
		NO 990108 A	11-01-1999
WO 9733333 A	12-09-1997		
JP 11283654    A	15-10-1999	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00243

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H02K11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 678 647 A (WOLFE WILLIAM R ET AL) 21. Oktober 1997 (1997-10-21) Spalte 5, Zeile 6 - Zeile 20; Abbildung 3 ---	1
A	US 5 741 605 A (DEDERER JEFFREY T ET AL) 21. April 1998 (1998-04-21) Abstract ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 01, 31. Januar 2000 (2000-01-31) & JP 11 283654 A (YAMAGUCHI TAKASHI), 15. Oktober 1999 (1999-10-15) Zusammenfassung -----	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Juni 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/07/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zoukas, E

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00243

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5678647 A	21-10-1997	AU 3329995 A CA 2196669 A EP 0779866 A JP 10505738 T WO 9607560 A	27-03-1996 14-03-1996 25-06-1997 02-06-1998 14-03-1996
US 5741605 A	21-04-1998	AU 718146 B AU 2069297 A CZ 9803802 A EP 0914687 A HU 9903954 A NO 990108 A WO 9733333 A	06-04-2000 22-09-1997 12-05-1999 12-05-1999 28-03-2000 11-01-1999 12-09-1997
JP 11283654 A	15-10-1999	KEINE	